

S/Ref. BR798

N/Ref. O. G. 27.227.-AM



PATENTE DE INVENCION

415761

F.C. 19-5-75

Int. Cl.: C21C

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"METODO DE PRODUCCION DE ACERO INOXIDABLE EN UN HORNO
DE OXIGENO BASICO"

Solicitante: La compañía norteamericana ALLEGHENY LUDLUM
INDUSTRIES, INC. con domicilio en 2000 Oliver
Building.
PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15222 (EE.UU.)

Inventores: D. Richard Brooks Shaw

D. Richard Frank Carlson, norteamericanos



- Método de producción de aceros inoxidables en -
un recipiente insuflado por arriba, caracterizado porque se carga en este recipiente una mezcla de material frío -
que contiene cromo y presenta un contenido carbónico to -
5. tal del 3,5 % por lo menos, seguido de insuflado por arri -
ba con oxígeno puro, hasta que se ha insuflado más del 80
% aproximadamente de la necesidad total de oxígeno. El ma -
terial frío que contiene cromo constituye por lo menos un
10. una mezcla de oxígeno y un gas no oxidante sobre la super -
ficie de la masa fundida, preferiblemente en dos fases, -
la primera de las cuales se lleva a cabo con la lanza si -
tuada al nivel normal de insuflado por encima de la super -
ficie del metal fundido, realizándose la segunda con la -
15. lanza descendida o con la presión de impacto del gas in -
crementada. Esto permite la consecución de una proporción
inferior al 0,03 % de carbono en la carga insuflada.

- Es sabido que el acero inoxidable puede refinar -
se en un horno de oxígeno básico formando una carga ini -
20. cial de metal caliente líquido y material de desecho frío.
Por ejemplo, convencionalmente se cargan en un recipiente
BOF hierro metálico caliente de cubilote, ferrocromo de -
elevado contenido carbónico y desecho de acero inoxidable,
presentando la mezcla un contenido carbónico superior al
25. 3,5 %. En el caso habitual, aproximadamente un 66 % de la
carga inicial es de hierro metálico caliente de cubilote,
a unos 1.426,6°C y el 34 % es material frío consistente -
en ferrocromo de elevado contenido carbónico y desecho de
acero inoxidable u otros materiales fríos. Antes del insu -
30. flado del oxígeno o durante él se añaden a la carga ingre



dientes formadores de escoria y posiblemente acondicionadores de ésta.

5. Para obtener un contenido carbónico final del 0,07 % como máximo utilizando técnicas anteriores, las temperaturas finales después del insuflado de oxígeno han de ser superiores a 1.899. Sin embargo, esta temperatura final causa erosión del revestimiento refractario del recipiente y tiene por resultado una disminución en la duración de dicho revestimiento. Además, para disminuir la
10. temperatura final a un valor funcional práctico de 1788°C a 1649°C aproximadamente, al que puede sangrarse el recipiente, ha de introducirse en éste una carga posterior de recortes de acero inoxidable fríos. Este último requisito implica el uso de la máquina de carga de desechos, de la
15. que no puede disponerse entonces para cargar los desechos en la siguiente hornada.

20. De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico insuflado por arriba, en el que puede refinarse una mezcla de metal caliente y de materiales fríos que contienen cromo, cuya mezcla posee un contenido carbónico superior al 3,5%, para conseguir un máximo contenido carbónico de sólo el 0,03 % con una máxima temperatura rebajable de sólo 1899°C, con lo que se incrementa materialmente la duración del revestimiento refractario del recipiente del horno.
- 25.

30. Específicamente, se proporciona un método de producción de acero inoxidable en un recipiente de oxígeno básico insuflado por arriba, para conseguir un contenido carbónico final del 0,03 % como máximo, mediante las



- operaciones de (1) cargar en el recipiente metal ferroso fundido y materiales fríos que contienen cromo, constituyendo estos últimos materiales por lo menos un 10% en peso de la carga total y conteniendo los materiales fundidos y fríos por lo menos un 3,5% en peso de carbono, (2) insuflar oxígeno esencialmente puro sobre la superficie del metal ferroso fundido a través de una tobera situada encima de la superficie de la carga para fundir los desechos y refinar la masa fundida hasta que se haya insuflado sobre dicha superficie más del 80% aproximadamente de las necesidades totales de oxígeno y se halla reducido el contenido carbónico del baño a menos del 0,15%, y (3) insuflar seguidamente una mezcla de oxígeno y de un gas no oxidante sobre la superficie del baño fundido a través de la tobera, hasta que su contenido carbónico haya sido reducido a menos del 0,03%, mientras que se mantiene la temperatura de la masa fundida a un valor máximo de 1899°C aproximadamente.

- En la versión preferida de la invención, el gas no oxidante es un gas inerte tal como argon. Después de que se ha insuflado aproximadamente el 80% de las necesidades totales de oxígeno sobre la superficie del baño, con la tobera situada aproximadamente a 1,016 m por encima de la superficie de aquél, se introduce a través de tal tobera una mezcla de gas no oxidante y de oxígeno en una relación de 5 partes aproximadamente de gas no oxidante por 2 partes de oxígeno. Luego, previamente al completamiento del insuflado, se desciende la lanza desde unas 1,016 a 0,889 metros, a fin de asegurar un íntimo contacto de la mezcla gaseosa con el metal turbulento.



Esto puede realizarse también incrementando el flujo gaseoso total, que aumenta la presión de impacto del gas sobre el baño fundido. Como se indicó anteriormente, este procedimiento produce una temperatura máxima rebajable de 1899°C aproximadamente y al mismo tiempo reduce el contenido carbónico final a un 0,03% como máximo, -- muy por debajo del 0,07% máximo de contenido obtenible con las prácticas de la técnica anterior, en las que la temperatura rebajable era superior a 1899°C.

- 5.
10. En la práctica de la invención, se inicia el proceso formando una carga inicial de metal caliente líquido y desecho frío o precalentado, en un convertidor de oxígeno básico. A efectos de esta descripción, se considera "desecho" todas las adiciones con la excepción del metal caliente líquido, los ingredientes formadores de escoria, los acondicionadores de escoria y los agentes reductores. La carga inicial contiene por lo menos un 10% en peso de materiales de desecho fríos y preferiblemente del 10 al 40% en peso, siendo el resto material de cubilote caliente. Un análisis típico del metal caliente es del 4,25% de carbono, 0,5% de silicio, 0,5% de manganeso, menos del 0,025% de azufre, menos del 0,03 % de fósforo y el resto hierro. La mezcla de metal caliente y de materiales de desecho fríos contiene, como se indica anteriormente, más del 3,5% de carbono. Puede haber níquel en el metal caliente líquido y/o en el desecho, si ha de producirse acero al cromo-níquel.
- 15.
- 20.
- 25.

30. Los ingredientes formadores de escoria y posiblemente los acondicionadores de ésta se añaden a la carga antes del insuflado de oxígeno o durante él. Aqué



llos constituyen típicamente cal quemada, cal quemada - dolomítica y espato flúor. El oxígeno se inyecta en la carga de metal caliente líquido y de materiales de desecho mediante insuflado por arriba desde una tobera ordinariamente situada, al comienzo del insuflado, aproximadamente a 1,016 m. por encima de la superficie del baño de metal.

Después de cargarse un recipiente de oxígeno básico vacío con materiales de desecho fríos, se vierte en tal recipiente metal de cubilote caliente a una temperatura de 1427°C aproximadamente. Se dispone el recipiente en posición vertical y se insufla oxígeno sobre la superficie del metal fundido a través de una tobera de tres orificios situada en la parte inferior de una lanza de oxígeno refrigerada con agua, disponiéndose de tobera aproximadamente a 1,016 m por encima de la superficie del baño. El oxígeno inyectado reacciona con el cromo, hierro, manganeso, silicio y carbono del metal caliente líquido, generándose así calor que eleva la temperatura de este metal caliente líquido y funde al material de desecho. El cromo, manganeso y hierro se combinan preferentemente con oxígeno a una temperatura inferior a unos 1788°C y por consiguiente la temperatura se eleva por encima de dicho valor tan rápidamente como sea posible.

Como se explicó anteriormente, en los procedimientos de la técnica anterior para la producción de acero inoxidable en un convertidor de oxígeno básico, se insuflaba oxígeno puro sobre la superficie del baño de metal fundido durante la totalidad del insuflado. Para obtener un máximo del 0,07% de carbono en la masa fundida con



- oxígeno puro, la temperatura final después del insuflado había de ser superior a 1899°C y posiblemente hasta de - 1982,2°C. Sin embargo, esta elevada temperatura causaba una erosión del revestimiento refractario del recipiente y disminuía su duración. Además, era necesaria una carga de refuerzo de residuos de acero inoxidable para disminuir la temperatura final a un valor práctico de 1787,7 a 1815,5°C aproximadamente antes de poderse sangrar el recipiente.
- 5.
10. De acuerdo con la presente invención, se insufla oxígeno puro sobre la superficie del baño hasta que se ha completado por lo menos un 80% de las necesidades-totales de oxígeno, después de lo cual se sustituye el oxígeno puro por una mezcla de un gas no oxidante, preferiblemente un gas inerte tal como argón o similares, y oxígeno, en la proporción de unas 5 partes de argón por 2 partes de oxígeno. Antes de completarse el insuflado, se desciende la lanza desde unos 1,016 a 0,899 metros por encima de la superficie de la masa fundida a fin de asegurar un íntimo contacto de la mezcla argón-oxígeno con el metal turbulento.
- 15.
20. Un procedimiento típico implica el insuflado de oxígeno a través de una lanza de tres orificios refrigerada con agua, dispuesta a una altura por encima del baño de 1,016 m aproximadamente y a un ritmo de insuflado de 184,04 m³ por minuto, hasta que se hayan consumido 3.964,1 m³ de oxígeno. Como el carbono inicial es superior al 4%, se oxida muy poco cromo hasta este punto. Durante este insuflado inicial, se añaden los fundentes.
- 25.
30. Partiendo de la referencia fija de 3.964,1 a 4.388,82 m³

- 8415761 -



- de oxígeno puro, se introduce una mezcla de argón y oxígeno a través de la lanza a razón de 141,57 m³ de argón por 56,63 m³ de oxígeno. A un nivel de referencia de -- 4.388,82 m³ de flujo total, se desciende la lanza desde-
5. 1,016 a 0,889 m. Al completarse el insuflado, se gira el recipiente a una posición horizontal para la determinación de la temperatura y el contenido de carbono. En este punto, se añade una carga de refuerzo que contiene -- una mezcla de reducción compuesta por ferrocromo, silicio
10. y espato flúor para recuperar los valores de cromo de la escoria, como se indica por ejemplo en la patente de R. B. Shaw nº 3.507.642, concedida el 21 de Abril de 1970. Después de la adición de la mezcla reductora, se vuelcan el metal fundido y la escoria en un crisol falso o cie-
15. go. Se realizan ensayos químicos y de temperatura y se decanta la escoria del citado crisol. El metal contenido en éste último se vierte en un crisol de colada y cuando se obtiene una temperatura adecuada para la colada, se vierte el metal en moldes.
20. Seguidamente se ofrecen ejemplos específicos de ensayos efectivos que incorporan los principios de la invención.
- Ejemplo I
25. En una carga destinada a producir acero inoxidable de Grado 410S, se añaden 11.577 kgs. de desecho de acero inoxidable del tipo 430 y 10.442 Ky de ferrocromo de elevado contenido carbónico a un convertidor de oxígeno básico, junto con 51.756 kgs. de metal caliente de cubilote y 2.270 kgs. de desecho de acero inoxidable precalentado de tipo 434. El oxígeno teórico requerido para -
- 30.



- el insuflado fue de 4.756,92 m³. Se inició dicho insuflado y se añadieron fundentes en una proporción de 908 kgs. de espato flúor, 908 kgs. de cal dolomítica quemada y 1.816 kgs. de cal quemada. Se insufló oxígeno puro
5. sobre la superficie del baño a una altura de lanza de 1,016 m hasta alcanzarse la referencia de 3.964,1 m³ de oxígeno. En este punto, se sustituyó el oxígeno puro por una mezcla de argón y oxígeno en la proporción de 141,57 m³ por minuto de argón por 56,63 m³ por minuto
10. de oxígeno, continuando el insuflado hasta que la cantidad total de gas suministrada a través de la lanza fue de 4.388,82 m³. Luego se continuó el insuflado hasta que se hubo alcanzado un volumen gaseoso total de 4.643,66 m³, mientras se reducía la altura de la lanza
15. desde 1,016 a 0,889 m. La cantidad total de argón empleada fue de 1.696,68 m³, mientras que la cantidad total de oxígeno fue de 4.643,66 m³. La temperatura rebajable fue de 1,871,1°C y el contenido carbónico final fue del 0,028% después de una carga de refuerzo de 2.724 kgs. de acero inoxidable 430 y de 3.178 kgs. de silicio al ferrocromo.
- 20.

Ejemplo II

- En otro ejemplo en el que se deseaba una carga de acero inoxidable 406, se cargaron 9.988 kgs. de desecho de acero inoxidable frío del tipo 430 en un horno de oxígeno básico, junto con 10.850,6 kgs. de ferrocromo de elevado contenido carbónico, 2.270 kgs. de desecho de acero inoxidable tipo 434 precalentado y 49.032 kgs. de metal caliente de cubilote. Se inició el insuflado de oxígeno y se añadieron fundentes en la canti-
- 25.
- 30.

4157619



- 10 -

dad de 908 kgs. de espato flúor, 908 kgs. de cal dolomítica quemada y 1.816 kgs. de cal quemada. La cantidad total calculada de oxígeno requerida para el insuflado fue de 4.643,66 m³. El plan de insuflado fue el mismo que en el anterior Ejemplo I. El argon total empleado fue de 1.696,068 m³, mientras que la cantidad total de oxígeno era de 4.643,66 m³. La temperatura rebajable final fue de 1899°C y el contenido carbónico final del 0,028% después de una carga de refuerzo de 4,767 kgs. de acero inoxidable de tipo 430 y de 3.087,2 kgs. de silicio al ferrocromo.

Ejemplo III

En otro ejemplo, en el que se deseaba producir acero inoxidable del tipo 409, se cargaron 9.988 kgs. de desecho de acero inoxidable de tipo 430 en un convertidor de oxígeno básico, junto con 8.626 kgs. de ferrocromo de elevado contenido carbónico, 2.270 kgs. de desecho de acero inoxidable de tipo 434 y 5.448 kgs. de metal caliente de cubilote. Se inició el insuflado de oxígeno y se añadieron fundentes en una cantidad de 908 kgs. de espato flúor, 908 kgs. de cal dolomítica quemada y 1.916 kgs. de cal quemada. La cantidad teórica calculada de oxígeno requerida para la reducción fue de 4.558,71 m³. Se continuó el insuflado con oxígeno puro hasta alcanzar se un nivel de referencia de 3.907,47 m³ del mismo, después de lo cual se insuflaron entre 3.907,47 y 4.247,25 m³ de gas sobre la superficie de la masa fundida y, con la lanza situada a 1,016 m. por encima de la superficie, una mezcla de argon y oxígeno a razón de 141,57 m³. por minuto de argon por 56,63 m³ por minuto de oxígeno ---



- no. Seguidamente se descendió la lanza a una distancia -
de 0,889 m. de la superficie y se insufló la mezcla de -
argón y oxígeno sobre dicha superficie hasta que el gas-
total insuflado alcanzó los 4.388,82 m³. El argon total-
5. empleado fue de 1.155,25 m³, en tanto que el oxígeno to-
tal usado fue de 4.391,65 m³. La temperatura rebajable -
final fue sólo de 1829,4°C, mientras que el carbono fi -
nal fue del 0,024 % después de una carga de refuerzo de-
2.724 kgs. de silicio al ferrocromo.
10. Puede verse por consiguiente que la presente -
invención proporciona un nuevo y perfeccionado procedi -
miento de obtención de aceros inoxidables en un converti -
dor de oxígeno básico insuflado por arriba, que presen -
tan un contenido carbónico final no superior al 0,03% a
15. partir de un material inicial que posee un contenido car -
bónico superior al 4%, y en el que por lo menos un 10% y
preferiblemente del 10 al 40% de los materiales inicia -
les está constituido por materiales de desecho fríos. Co -
mo se explicó anteriormente, las temperaturas rebajables
20. inferiores experimentadas, de 1899°C o menores, aumentan
considerablemente la duración del revestimiento del hor -
no.

- Aunque la invención se ha mostrado en relación
con ciertas versiones específicas, resultará fácilmente-
25. evidente para los expertos en la materia que pueden efec -
tuarse varios cambios para adaptarse a las necesidades, -
sin apartarse del espíritu y ámbito de la invención.

N O T A

30. La Patente de Invención que se solicita por --
veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legis



lación, deberá recaer sobre: "METODO DE PRODUCCION DE ACERO INOXIDABLE EN UN HORNO DE OXIGENO BASICO", con Prioridad de la Demanda de Patente en U.S.A. Serial nº267.340 de fecha 29 de Junio de 1972, según las características -

5. esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

10. 1ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, cuyo acero está dotado de un contenido carbónico inferior al 0,03% que comprende, las operaciones de cargar en un recipiente metal ferroso fundido y materiales fríos que contienen cromo, constituyendo este material frío por lo menos el 10% en peso de la carga total y conteniendo la mezcla de materiales fundidos y fríos por lo menos el 3,5% en peso de carbono; insuflar por arriba oxígeno esencialmente puro sobre la superficie del metal ferroso fundido a través de una tobera situada por encima de dicha superficie, hasta que se haya insuflado sobre tal superficie del baño por lo menos un 80% del oxígeno total requerido para el refino; y seguidamente insuflar una mezcla de oxígeno y de un gas no oxidante sobre la superficie del metal fundido a través de dicha tobera, hasta que su contenido carbónico haya sido reducido a menos del 0,03%.

25. 2ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 1ª, - en el que dicho gas no oxidante comprende un gas inerte.

30. 3ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 1ª, - en el que la citada mezcla de oxígeno y gas no oxidante contiene 5 partes de gas no oxidante por 2 partes de oxígeno.

mE



4ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 1ª, - en el que dicha tobera se encuentra a una altura predeterminada por encima de la superficie del referido baño mientras se insufla sobre ella oxígeno puro, permaneciendo --
5. tal tobera a dicha altura predeterminada cuando se insufla inicialmente la mezcla de oxígeno y de gas no oxidante sobre la superficie del baño, descendiéndose luego latobera respecto a esta superficie tras haberse insufladouna cantidad predeterminada de la referida mezcla de oxígeno y gas no oxidante sobre la superficie.

5ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 4ª, - en el que la tobera está inicialmente a unas 1,016 m. por encima de la superficie del baño y luego se desciende a --
15. una distancia de 0,889 m. por encima de tal superficie.

6ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 1ª, - en el que la temperatura de la masa fundida al final delinsuflado se mantiene a un valor no superior a 1898°C.

7ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 6ª, - en el que dicho metal ferroso fundido y materiales que --
25. contienen cromo se cargan en el mencionado recipiente enla proporción del 10 al 40% en peso aproximadamente de materiales fríos que contienen cromo por el 60 al 90% en peso de metal ferroso fundido.

8ª. Método de producción de acero inoxidable en un horno de oxígeno básico, según la reivindicación 1ª, -

30.

ME



que incluye la operación de incrementar el flujo de gas a través de la citada tobera después de haberse insuflado una cantidad predeterminada de la referida mezcla de oxígeno y gas no oxidante sobre la superficie para incrementar la presión de entrada de gas sobre el baño de metal fundido.

5.

9ª. "METODO DE PRODUCCION DE ACERO INOXIDABLE EN UN HORNO DE OXIGENO BASICO".

Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria Descriptiva, que consta de catorce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

10.

Madrid, - 9 JUN. 1973

ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC.

P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera

15.

ME